Aus dem Hygiene-Institut der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. med. R. -E. Bader

Die beim Erhitzen von Hühner- und Enteneiern im Innern entstehenden Temperaturen und die Hitzeresistenz von Salmonella enteritidis

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Wolfgang Hartmann
aus Velbert

1965

8249

Aus dem Hygiene-Institut der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. med. R. -E. Bader

Die beim Erhitzen von Hühner- und Enteneiern im Innern entstehenden Temperaturen und die Hitzeresistenz von Salmonella enteritidis

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Wolfgang Hartmann
aus Velbert

1965

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Dekan: Professor Dr. W. SCHULTE

Berichterstatter: Professor Dr. R.-E. BADER

Fotodruck PRÄZIS · Tübingen

INHALT

A. Einleitung

B. Hauptteil

I. Die beim Kochen im Eiinnern entstehenden Temperaturen
a) Methodik des Messens der Temperaturen mit Hilfe von Thermoelementen
1. Die verwendete Apparatur
2. Eichung des Thermoelementes
b) Versuchsanordnung zur Messung der Temperaturen
1. angewandte Geräte
2. Zuleitungen
3. Präparieren des zu untersuchenden Eies
4. Einbringen der Eier in das kochende Wasser
5. Registrierung und Messung der Temperaturverläufe
6. Ergebnisse

II. Untersuchung der Hitzeresistenz von Salmonella enteritidis in künstlich infizierten Eiern
a) Vorversuch zur getrennten Beimpfung von Eigelb und Eiweiß
b) Hauptversuch: Beimpfung der Eier mit markierter Bakteriensuspension
c) Ergebnisse
d) Überprüfung der Hitzeresistenz im Modellversuch bei verschiedenen Temperaturen und verschieden langer Einwirkungszeit
e) Ergebnisse

C. Diskussion der Ergebnisse

D. Zusammenfassung

E. Literatur

Lebenslauf

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547608_0010

A. EINLEITUNG

Die Neufassung der Enteneiverordnung vom 25.August 1954 war der Ausgangspunkt für die folgenden Untersuchungen über die im Inneren eines Eies beim Kochen entstehenden Temperaturen und die Hitzeresistenz von Salmonella enteritidis. Die Verordnung schreibt unter anderem vor, daß Enteneier nur vorrätig gehalten, verkauft oder sonst in den Verkehr gebracht werden, wenn sie die Aufschrift tragen: "Entenei, 10 Minuten kochen". Außerdem muß an den Behältnissen, in denen zum Genuß bestimmte Enteneier aufbewahrt werden, die Aufschrift angebracht sein: "Entenei, vor Gebrauch mindestens 10 Minuten kochen oder in Backofenhitze durchbacken!" Darüber hinaus ist in Geschäftsräumen, in denen Enteneier zum Verkauf vorrätig gehalten werden, an gut sichtbarer Stelle ein Schild mit folgendem Text anzubringen: "Entenei, darf zur Verhütung von Gesundheitsschädigungen nicht roh oder weich gekocht verzehrt und nicht zur Herstellung von Puddings, Mayonaise, Rührei, Setzei, Pfannkuchen, Torten, Schaumspeisen, Speiseeis und ähnlichen Zubereitungen verwendet werden, bei deren Herstellung nicht eine die ganze Masse durchdringende Erhitzung auf 100° C mindestens 10 Minuten lang gewährleistet ist." (In der Enteneiverordnung von 1936 war eine Kochdauer von 8 Minuten vorgesehen). Es ist außerdem verboten, Enteneier in gewerblichen Betrieben, in denen Speisen zubereitet werden und in Gemeinschaftsküchen weder vorrätig zu halten noch zu verwenden.

Diese Vorsicht des Gesetzgebers ist aus den recht komplizierten epidemiologischen Verhältnissen bei der Entstehung der akuten Gastroenteritis zu verstehen. Die Epidemiologie der Enteritiden unterscheidet sich wesentlich von der der typhös-paratyphösen Krankheiten, obwohl die Erreger nahe verwandt sind. Beim Typhus und den Paratyphen A und B ist das Erregerreservoir letztlich beim Menschen zu suchen (BADER 1948). Dagegen sind die Enteritiserreger beim Tier standortgebunden. Unter der großen Zahl von Enteritiserregern befinden sich jedoch nur wenige, deren Standorte bei bestimmten Tierspezies bekannt sind. Die Mehrzahl der Enteritiserreger bildet die Gruppe der "seltenen Enteritiserreger", die anscheinend weltweit verbreitet sind, aber nur gelegentlich zu Erkrankungen führen. Über ihre Standorte ist zum Teil nichts bekannt. Man kann nur vermuten, daß auch sie aus dem tierischen Darm stammen. Eine klinische Unterscheidung der durch sie hervorgerufenen Erkrankungen läßt sich nicht treffen. Lediglich durch ihre verschiedene Antigenstruktur unterscheiden sie sich untereinander.

Die für den Menschen wichtigsten Erregerreservoire sind die großen Schlachttiere, die Nagetiere und die Ente. Die Abbildung 1 zeigt die möglichen Infektketten auf, die sich aus dem Zusammenleben der genannten Tiere ergeben. Dabei ist der Mensch meist das blind endigende Glied einer solchen Kette.

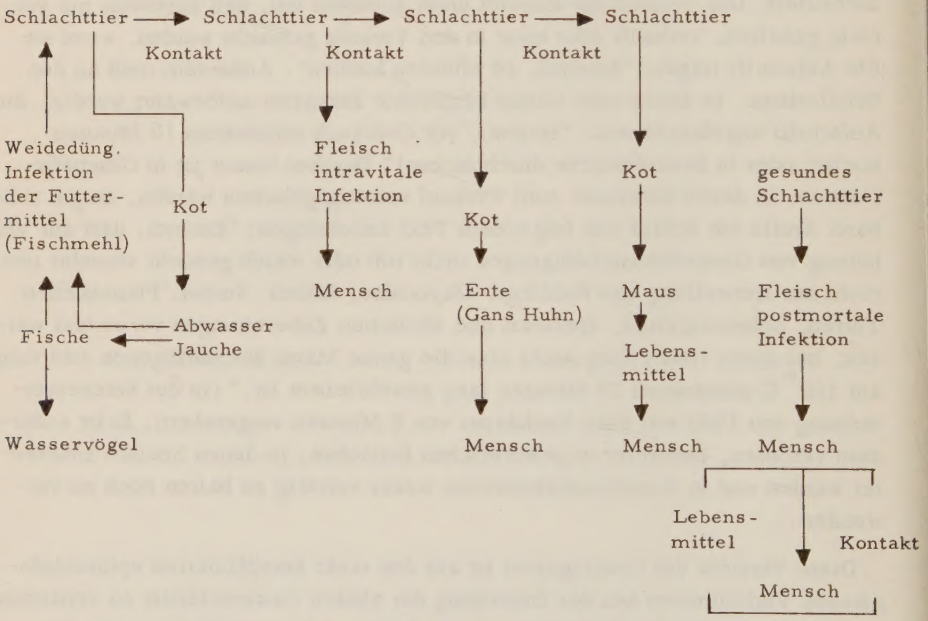

Abb. 1

Infektketten und Infektionswege der Enteritiserreger aus der Salmonellagruppe (nach BADER, modifiziert)
(aus WUNDT, W. Erkrankungen durch gramnegative sporenlose Stäbchen-Enterobacteriaceae in "Lehrbuch der medizinischen Mikrobiologie und Infektionskrankheiten" hrg. von REPLOH, H. und OTTE, H. J.)

Im Rahmen dieser Arbeit interessiert vor allem diejenige Infektkette, bei der die Ente die Erreger der akuten Gastroenteritis beherbergt. Die Aufklärung dieser Infektkette wurde durch die Entdeckung eines Untertyps von S. typhimurium, der nur bei der Ente vorkommt, wesentlich erleichtert. Dieser Typ zeichnet sich dadurch aus, daß er Rhamnose nicht vergären kann. Wenn dieser Typ nachgewiesen wird, kann daher mit großer Sicherheit die Ente als Infektionsquelle angenommen werden (HOHN und HERRMANN (1940).

Bereits 1934 hatte FROMME 19 Gruppenerkrankungen an akuter Gastroenteritis auf den Genuß roher Enteneier bzw. Nahrungsmitteln, denen rohe Enteneier zugesetzt waren, zurückgeführt. Bei 75 von 99 Erkrankten konnten die Erreger im Stuhl nachgewiesen werden; in einigen Fällen wurden die Erreger auch in den angeschuldigten Nahrungsmitteln gefunden. Die ersten Veröffentlichungen über mutmaßliche Zusammenhänge von Enteritiserkrankungen nach dem Genuß von mit rohen Enteneiern hergestellten Mehlspeisen stammen von VAGEDES (1905).
1936 beschrieben KATHE und LERCHE einen Fall von akuter Gastroenteritis nach Genuß von Entenspiegeleiern. Im Stuhl der Erkrankten und in den Eierstockfollikeln der Ente, von der die Eier stammten, konnte S. typhimurium nachgewiesen werden. Es wurde daraus gefolgert, daß das übliche Kochen und Braten in der Küche nicht ausreiche, S. typhimurium abzutöten. Schon 1931 wies KNORR auf die Gefahr hin, die von unerhitztem Eigelbpulver ausgehen kann. Er hatte nämlich in chinesischem Eigelbpulver S. suipestifer gefunden. Er leitete damals bereits davon die Forderung ab, allen von Tieren stammenden Produkten, die in Nahrungsmittelbetrieben und im Haushalt verwendet werden, bei der Ermittlung der Infektionsquellen Beachtung zu schenken.
Eine weitere Möglichkeit der Verbreitung von Salmonellen besteht in den mit Salmonellen verseuchten Gewässern. Nach den Untersuchungen STEININGERS (1953) an Möwen, muß angenommen werden, daß überall dort, wo häusliche Abwässer in Häfen oder Binnengewässer eingeleitet werden, das Wasser mit Salmonellen verunreinigt ist, und sich die Vögel so infizieren können. Seltener dürfte wohl der Fall eintreten, daß Vögel als Dauerausscheider Salmonellen auf das Wasser übertragen. Aber nicht nur die freien Gewässer stellen eine Gefahr für den Menschen dar, auch Trinkwasser, vor allem Zisternenwasser, kann mit Salmonellen verunreinigt sein (STEINIGER 1953). Eine andere Quelle für salmonellenbedingte Lebensmittelvergiftungen haben ROHDE und BISCHOFF (1956) durch die bakteriologische Untersuchung von Tierfuttermitteln, insbesondere Fischmehl, Fleischmehl und Knochenschrot gefunden. Von insgesamt 275 Fischmehlproben aus dem Hamburger Hafen waren 15,6% salmonellenhaltig. Hierbei konnten zum Teil recht ausgefallene Salmonellatypen nachgewie-

sen werden, wodurch man oft auf die Herkunftsländer der Futtermittel schließen konnte. Gerade das Fischmehl ist somit eine wichtige Infektionsquelle, da es in ausgedehntem Maße bei der Schweinemast und als Futter für Geflügel Verwendung findet. VOR DEM ESCHE und HANDLOSER (1958) beschrieben zwei Epidemien aus den Jahren 1956 und 1957, bei denen Hühnereier als Infektionsquelle in Frage kamen. Es besteht also kein Grund zu der Annahme, daß nicht auch das Huhn durch salmonellenhaltiges Futter infiziert wird, und es so zu der Infektkette Futtermittel-Huhn-Ei-Mensch kommen kann. Bereits 1955 berichtete MÖLLER über eine Infektion nach dem Genuß von mit S. typhimurium infizierten Hühnereiern. Diese Befunde stehen im Einklang mit Untersuchungen aus den USA (KOLLER 1950), wonach Hühner eine Vielzahl von Salmonellentypen beherbergen. Man vermutet, daß dies durch die Verfütterung von rohen Schlachttierabfällen hervorgerufen wird, wie es auf den großen Hühnerfarmen üblich ist. Wenn die Hühnereier samonellenhaltig sind, muß auch das aus ihnen hergestellte Trockeneipulver infiziert sein. Dies konnte z.B. HOBBS (1963) zeigen: von insgesamt 3422 Proben waren im Jahre 1961 11 % und 1962 von 998 Proben 20 %, von chinesischem Trockeneipulver sogar 53 % der Proben salmonellenhaltig.

Die Salmonellen können auf zwei Wegen in das Ei gelangen. Die eine Möglichkeit der Infektion des Eiinnern besteht in der Beschmutzung der Schale durch salmonellenhaltigen Kot beim Durchtritt des Eies durch die Kloake. Denn nach den Untersuchungen LERCHE's (1936) können Bakterien die Eischale durchwandern, wobei erhöhte Luftfeuchtigkeit, hohe Außentemperaturen und die früher übliche Konservierung der Eier in Kalkwasser begünstigend wirken. Aber auch bei niederigen Temperaturen, wie z.B. in Kellern können Bakterien die Eischale in beiden Richtungen durchwandern (BINGEL 1938). Die zweite Möglichkeit, daß Erreger in das Ei gelangen, zeigten MIESSNER und KÖSER (1934). Hierbei sind bei einer septikämischen Allgemeinerkrankung der Ente die Eifollikel infiziert. So fanden die beiden Autoren bei zwei von vier untersuchten Enten, deren Eier zu einer Gruppenerkrankung geführt hatten, cystisch entartete Ovarien, in denen S. enteritidis nachgewiesen werden konnte. SCHAAF (1933) isolierte Salmonellen aus dem Ovar experimentell infizierter Enten und stellte in 3,7 % der von diesen Enten gelegten Eiern S. enteritidis im Inneren und in 20,7 % auf der Eischale fest. Voraussetzung für beide Infektionswege ist jedoch, daß das Huhn oder die Ente mit Salmonellen infiziert worden ist, sei es durch salmonellenhaltiges Futter oder durch die Gewohnheit des "Gründelns" der Ente in oft abwasserverseuchten Gewässern (VOR DEM ESCHE und HANDLOSER 1958).

Durch den Genuß salmonellenhaltiger Eier wird beim Menschen eine Intoxi-

kation durch die beim Zerfall der Erreger im menschlichen Darm entstehenden Endotoxine hervorgerufen (DRÄGER 1956). Voraussetzung für die Erkrankung des Menschen ist allerdings die Aufnahme einer großen Anzahl von Erregern (LERCHE 1936). Die Aufnahme von Bakterienkulturen führt jedoch nicht immer zur Erkrankung, wie Selbstversuche zeigten, bei denen 2 000 - 4 000 Millionen lebender typhimurium-Bakterien eingenommen wurden, und danach von fünf Personen nur einer leicht erkrankte (HORMAECHE u.a. 1937). Eine Ausnahme scheinen kleine Kinder und ältere Personen zu machen, bei denen auch geringe Mengen von Erregern ausreichen, um eine Erkrankung hervorzurufen (KOLLE und HETSCH 1952).
BOIVIN (1938) zeigte, daß die Endotoxine mit der Bakterienleibessubstanz identisch sind. Es handelt sich um Kohlehydrat-Phosphatid-Komplexe. Die Eiweißkomponente kann jedoch weitgehend entfernt werden, ohne die biologischen Eigenschaften zu verändern (RIBI 1961). Es ist noch nicht eindeutig geklärt, wie weit der Lipoidgehalt für die Giftigkeit verantwortlich ist, da je nach der Extraktionsmethode der Lipoidgehalt sehr unterschiedlich ist, um die gleiche Giftwirkung zu erzielen. Die Endotoxine sind ziemlich hitzeresistent und können längere Zeit auf 100° - 120° C erhitzt werden, ohne eine Abschwächung ihrer Wirkung zu erfahren (KOLLE und HETSCH 1952).

Klinisch beginnt die akute Gastroenteritis nach einer Inkubationszeit von wenigen Stunden bis zu drei Tagen mit Kopfschmerzen, Übelkeit, Erbrechen, evtl. Schüttelfrost und plötzlich einsetzenden heftigen schleimig-wässerigen Durchfällen. Das Fieber hält nicht länger als vier Tage an. Der Zustand wird gefährlich, wenn durch die Durchfälle und das Erbrechen Austrocknung, Hypochlorämie, Azotämie, Kreislaufkollaps und Herzschwäche hinzutreten (MÜLLER 1941). In besonders schweren Fällen kann die Erkrankung einen choleraartigen Verlauf nehmen; gelegentlich treten auch Vergiftungserscheinungen des ZNS auf, die an Botulismus erinnern (KOLLE und HETSCH 1952). Nach STAACK (1958) ist anzunehmen, daß sich der Darm in der Regel in Stunden oder wenigen Tagen der Mikroorganismen durch heftige Hypersekretion und Hypermotilität entledigt. Diese Reaktion dürfte durch die freiwerdenden Endotoxine zustande kommen (STAACK 1958).

Die Bekämpfung der Gastroenteritiden ist in letzter Zeit durch die beträchtliche Zunahme des Importes von Nahrungs- und Futtermitteln aus tropischen und subtropischen Ländern erschwert worden. Im Gegensatz zu den Verhältnissen der Vorkriegszeit werden die Salmonella-Infektionen in Europa nicht mehr durch eine relativ kleine Zahl serologisch definierter Salmonellatypen verursacht. Heute werden viele hundert verschiedene Serotypen festgestellt, von denen der überwiegende Teil aus tropischen und subtropischen Gebieten mit unzureichen-

den hygienischen Voraussetzungen für die Gewinnung einwandfreier Lebens- und Futtermittel stammt.
Es wurde daher versucht, durch die "Verordnung zum Schutze gegen Infektionen durch Erreger der Salmonellagruppe in Eiprodukten" vom 17.Dezember 1956 dieser Entwicklung in der BRD Einhalt zu gebieten. Hierbei ist es verboten, Eiprodukte ohne geeignete Vorbehandlung, wie Erhitzen und Pasteurisieren, in den Handel zu bringen; gleichzeitig wird die Entnahme von Stichproben zur bakteriologischen Untersuchung geregelt. Die eingangs erwähnte Enteneiverordnung bleibt dabei auch weiterhin in Kraft.
Eine wirksame Bekämpfung der Einschleppung von Enteritiserregern durch Futtermittel ist durch die Futtermittelverordnung vom 11.Juni 1942 mit Änderung vom 13.März 1959 nicht gegeben, da eine bakteriologische Untersuchung nicht vorgesehen ist (s.Dt. med. Wschr. 1961).
Eine weitere prophylaktische Maßnahme wäre die veterinärmedizinische Überwachung der Tierbestände, wie sie KOLLATH (1941) für die Kaki-Cambell-Enten forderte, um die Salmonellendauerausscheider unter den Enten zu eliminieren.
Die wichtigste vorbeugende Maßnahme zur Bekämpfung der Entenei-Enteritis ist bis heute jedoch die in der Enteneiverordnung vorgesehene Erhitzung des Eies im Haushalt.
Bereits 1930 wurden von TITTSLER an mit Salmonella pullorum künstlich infizierten Enteneiern Untersuchungen über die Hitzeresistenz der Salmonellen angestellt. Verf. fand dabei, daß 5 Minuten langes Kochen zur Sterilisation ausreiche. 1935 führten ILZHÖFER und MÜLLER umfangreiche Temperaturmessungen im Eiinnern mit Hilfe von Thermoelementen durch. Ebenso wurden von SIEKE (1943) die Temperaturen im Eiinnern beim Kochen gemessen. In neuester Zeit wurde von ANGELOTTI u.a. (1961) die Hitzeresistenz von Salmonellen in erhitzten Nahrungsmitteln (Hühnerfleisch, Eicrème und Schinken) in Abhängigkeit von der Erhitzungsdauer und der Anzahl der Keime untersucht. Auf die Ergebnisse dieser Arbeiten soll später eingegangen werden.

In der hier vorliegenden Arbeit wurde ebenfalls mit Thermoelementen die Temperatur im Eiinnern gemessen und durch ein Schreibgerät fortlaufend registriert. Anhand zweier Modellversuche wurde dann die Hitzeresistenz von Salmonella enteritidis geprüft, um die Frage zu klären, ob die beim Kochen erreichten Temperaturen im Ei ausreichen, die Enteritiserreger abzutöten.

B. HAUPTTEIL

I. DIE BEIM KOCHEN VON HÜHNER- UND ENTENEIERN IM INNEREN ENTSTEHENDEN TEMPERATUREN

a) Methodik des Messens der Temperaturen mit Hilfe von Thermoelementen

1. Beschreibung des verwendeten Apparates

Es handelt sich um den ELNIK KOMPENSATOR-SCHREIBER TYP NSBBY. Der Kompensatorschreiber läßt sich zur laufenden Aufzeichnung von sechs verschiedenen Meßstellen, die mittels eines sog. Widerstandsferngebers erfaßt werden, verwenden. Der dem Drehspulmesswerk zugeführte Strom ist der Eingangsgröße proportional. Die Eingangsgröße entspricht der zugeführten Spannung und damit der an den 6 Thermoelementen zu messenden Temperaturdifferenzen. Die Größe der zugeführten Spannung erlaubt die Verwendung eines Messwerkes mit großem Drehmoment. Der Zeiger des Drehspulinstrumentes wird mit Hilfe einer Lenkereinrichtung gerade geführt. Die Meßgröße, in diesem Fall die Temperaturdifferenz wird auf einem 250 mm breiten Schreibstreifen aufgedruckt und gleichzeitig auf einer gestreckten Skala angezeigt. Der frei über der Skala pendelnde Zeiger des Drehspulinstrumentes wird nach Einschwingen auf den Meßwert durch einen Fallbügel kurzzeitig auf ein Farbband gedrückt und zeichnet auf dem darunter ablaufenden Schreibstreifen einen Punkt auf. Der Zeiger wird dann wieder frei gegeben und stellt sich auf den Meßwert des nächsten Thermoelementes ein.

2. Eichung der Apparatur

Als Bezugselement wurde eine Aluminium-Block gewählt, der zunächst durch eine elektrische Heizung mit Thermostat auf einer konstanten Temperautr von 50° C gehalten wurde. Der Kompensatorschreiber war ursprünglich im Bereich von 50° - 200° C geeicht. In dem für die folgenden Versuche zu erwartenden Bereich von 20° C bis 100° C war jedoch keine genügende Genauigkeit zu erreichen. Das Bezugselement wurde daraufhin durch Lagerung in Eis auf eine kon-

stante Temperatur von + 0,4 ° C gebracht und gegen die Außentemperatur durch ein DEWAR-Gefäß abgeschirmt. Von früheren Versuchen wurde eine Skala übernommen, die in einem Bereich von 20 ° - 90 ° C (nicht linear) geeicht war. Zur Kontrolle wurden verschiedene Wassertemperaturen mit den sechs Thermoelementen gemessen und mit einem geeichten Hg-Einschluß-Thermometer verglichen. Die Anschlüsse I und II (mit den Farben braun und violett) wurden für alle weiteren Versuche verwendet. Im Bereich von 50 ° - 80 ° C zeigten sie eine Abweichung von der am geeichten Thermomenter abgelesenen Temperatur von ± 1 ° C.

b) Versuchsanordnung zur Messung der im Eiinnern entstehenden Temperaturen.

1. Verwendete Geräte:

ELNIK-Kompensatorschreiber Typ NSBBY

Bezugselement (Aluminium-Block, in einem Gehäuse gelagert)
6 Thermoelemente aus Eisen-Konstantandrähten
6 Zuleitungen zum Schreibgerät
1 elektrische Heizung mit Thermostat
1 Ringkochplatte EGO/RK 1872000, 2 000 W/220 V
1 Anschlußkabel
1 amtlich geeichtes Hg-Einschlußthermomenter (5878/ mit 1-Grad Einteilung)
2 DEWAR-Gefäße
1 4 Liter Gefäß
1 Stativ
1 Bohrer zum Anbohren der Eischale

2. Zuleitungen:

Bezugselement - Lötstelle
Der Eisendraht und der Konstantandraht sind durch Klemmen an ihrem einen Ende am Aluminium-Block befestigt. An ihrem anderen Ende sind die beiden Drähte punktförmig zusammengelötet. Von der Lötstelle an liegen die beiden Drähte ca 1,5 cm frei. Von da an bis zum Kontakt am Bezugselement ist jeder Draht für sich isoliert. Außerdem sind beide Drähte noch mit

einem gemeinsamen Isoliermantel umgeben.
Die Zuleitungen vom Bezugselement zum Meßgerät laufen zu einem 6fachen Steckkontakt an der Rückwand des Gerätes.

3. Präparieren des Eies

Das zu untersuchende Ei wurde zunächst gewogen und seine Länge gemessen. Mit Hilfe eines Drillbohrers wurde das Ei von der Kuppe aus zentral angebohrt. Über dieses Loch wurde ein ca 2 cm langer Gummistopfen, der ebenfalls zentral angebohrt wurde, auf die Eischale geklebt. Das Klebemittel war zunächst eine Mischung aus Wasserglas und Gips, die sich aber als nicht beständig gegen heißes Wasser erwies. Der Klebstoff "UHU-hart" ist gegen kochendes Wasser beständig und geht eine Verbindung mit der Eischale und dem Gummi ein. Jedoch mußte die Masse über Nacht erhärten.
Auf diese Weise wurde eine ausreichende Isolierung der Öffnung gegen eindringendes heißes Wasser und gegen Wasserdampf erreicht. Durch den Bohrkanal im Gummistopfen und die Öffnung in der Eischale wurde das Thermoelement mit der freiliegenden Lötstelle in das Eiinnere geführt. Um zu kontrollieren , wo sich die Lötstelle im Ei befindet, wurde versucht, das Ei in der Dunkelkammer zu durchleuchten. Jedoch gaben die beiden dünnen Drähte beim Strahlendurchgang keinen Schatten. Eine andere Möglichkeit, den Sitz der Lötstelle zu kontrollieren, bot sich dadurch, daß an dem Eigelb, das sich zwischen den beiden Drähten abgesetzt hatte, nachträglich abgelesen werden konnte, ob die Lötstelle im Eidotter lag.

4. Einbringen des Eies in das Wasser

Das so präparierte Ei wurde auf eine Halterung gelegt, die verschieblich an einem Stativ befestigt war. Um einen möglichst sofortigen Kontakt des Eies mit dem Wasser zu erreichen, wurde das Ei mit möglichst geringer Auflagefläche auf die Halterung gelegt. An der Halterung wurde gleichzeitig ein zweites Thermoelement angebracht, um die Wassertemperatur während des Kochvorganges zu verfolgen. Das Wasser wurde in einem Emaillegefäß, das auf einer elektrischen Heizplatte stand, erhitzt. Es wurde eine Heizplatte gewählt, wie sie auch im Haushalt üblich ist. Bei Siedebeginn wurde die Halterung samt Ei und zweitem Thermoelement in das Wasser eingetaucht, und zwar so, daß das Wasser nicht von oben in den Bohrkanal des Gummistopfens eindringen konnte. Sofort nachdem das Ei eingetaucht worden war, wurde das Meßwerk eingeschaltet.

5. Registrierung und Messung des Temperaturverlaufes

Vor Versuchsbeginn wurde der Zeiger der Skala auf die Nullmarke (das entspricht 20° C) eingestellt. Nach 1, 2, 3 ... bis 10 Minuten Kochzeit, wurde das Ei aus dem kochenden Wasser herausgenommen. Je nach Versuchsanordnung wurde dann der Temperaturverlauf im Ei einmal bei Zimmertemperatur und zum anderen bei einer Außentemperatur von 15° C noch 5 - 10 Minuten weiter verfolgt.

6. Ergebnisse

Die Ergebnisse aller Temperaturmessungen sind aus den Tabellen 1 und 2 zu entnehmen.

Tabelle 1: Temperaturen im gekochten Hühnerei

Nr.	Gewicht	Länge	Kochzeit (Min.)	Temp. nach Herausnahme	max. Temp.	Minuten nach Herausnahme	Minuten bis 55° C
1	57,1	5,6	1	35°	44°	8	-
2	58,1	5,6	1	25	45	8	-
3	54,5	5,8	1	45	50	2	6,4 abgeschr.
4	59,1	6,2	1	30	52	8	6,8
5	56,5	6,0	1	26	37,5	5	4,0 abgeschr.
6	57,6	5,8	2	30	56	8	-
7	59,7	5,9	2	45	52	4	-
8	56,8	5,4	2	25	42	5	- abgeschr.
9	57,3	6,0	2	39	41	3	6,3 abgeschr.
10	55,2	5,9	2	32	44	3	6,8 abgeschr.
11	54,3	5,9	3	45	66	5	5,0
12	56,9	5,6	3	35	62	5	6,0
13	58,4	5,8	3	45	66	7	4,6
14	60,1	5,5	3	35	48	5	- abgeschr.
15	50,7	5,9	3	68,5	71	5	2,5
16*	52,5	5,7	3	38	64	5	5,8
17*	58,4	5,9	3	70	80	5	- vor Siedebeginn

* = Aufbewahrung bei Kühlschranktemperatur
abgeschr. = Ei wurde nach Herausnahme in Wasser von 15° C "abgeschreckt"
eingeschaltete Heizstufe der Kochplatte : 2 000 W
Zimmertemperatur : 24° C
Kochwassermenge : 3 000 cm^3

Tabelle 1 (Fortsetzung)

Nr.	Gewicht (g)	Länge (cm)	Kochzeit (Min.)	Temp. nach Herausnahme	max. Temp.	Minuten nach Herausnahme	Minuten bis 55°	
18*	58,5	5,9	4	-	64,5	5	3,8	
19*	37,0	5,3	4	41	65	6	6,0	
20*	48,4	5,8	4	49	60	4	4,8	abgeschr.
21*	46,6	5,4	4	53	61	4	6,0	
22*	42,4	5,8	4	76	84,5	4	6,6	vor Siedebeginn
23	58,9	6,3	5	47	61	7	7,4	abgeschr.
24	44,8	5,5	5	45	70	7	6,1	
25*	57,4	5,7	5	26	62	11	-	
26	60,3	6,1	5	72,5	78	5	-	vor Siedebeginn
27	52,5	5,6	5	-	86	5	-	vor Siedebeginn
28	51,4	5,4	5	55	61	5	4,8	
29	59,5	6,0	5	72	77	3	-	vor Siedebeginn
30	56,3	6,1	6	51	65	5	-	
31	49,9	5,6	6	61	72	11	5,3	
32	50,5	5,5	6	76	79	3	2,4	
33	62,2	6,3	6	52	67,5	9	4,0	
34	49,3	5,6	6	77,5	84	4	6,8	vor Siedebeginn
35	60,9	6,1	6	85	86	2	7,0	vor Siedebeginn
36*	50,4	5,5	6	45	69	-	7,0	
37*	48,0	6,0	6	-	92	-	-	vor Siedebeginn

Tabelle 1 (Fortsetzung)

Nr.	Gewicht (g)	Länge (cm)	Koch-zeit (Min.)	Temp. nach Heraus-nahme	max. Temp.	Minuten nach Heraus-nahme	Minuten bis 55°	
38	56,0	5,9	7	-	72	-	-	
39	56,8	6,0	7	67	72	-	-	abgeschr.
40	59,5	5,8	7	51	71	10	5,0	
41	65,5	6,2	7	68	71	2	5,8	abgeschr.
42	38,1	5,6	7	67	78	10	5,1	
43	55,5	6,0	8	65	70	5	-	
44	61,2	6,0	8	62	68	5	4,2	abgeschr.
45	41,5	5,7	8	71	81	9	5,4	
46	50,1	5,9	8	63	71	8	6,4	abgeschr.
47	49,8	5,7	8	85	87	3	5,4	vor Siede-beginn
48	52,5	6,0	8	66	77	11	5,8	
49	56,3	5,8	9	-	77	-	-	
50	55,7	5,7	9	-	82	-	4,0	abgeschr.
51	-	-	9	84	85,5	1	3,1	
52	-	-	9	70	77	7	6,0	
53	54,1	5,8	10	65	86	2	-	
54	56,4	6,1	10	81	86	5	-	
55*	59,3	5,8	10	68	79	5	6,6	
56	51,3	5,8	10	66	72	3	7,4	abgeschr.
57	60,0	5,7	10	-	89	-	-	vor Siede-beginn
58	62,9	5,9	10	67	78	11	-	

Tabelle 2: Temperaturen im gekochten Entenei

Nr.	Gewicht (g)	Länge (cm)	Kochzeit (Min.)	Temp. nach Herausnahme	max. Temp. (° C)	Minuten nach Herausnahme	Minuten bis 55° C	
1*	80,0	6,4	10	62	68	5	8,0	
2*	77,7	6,6	10	67	75	6	6,8	
3*	87,9	6,8	10	67	71	5	7,6	
4*	82,4	6,3	10	65	72	10	7,2	
5*	85,6	6,6	10	66	71	8	8,0	abgeschr.
6*	88,8	6,5	8	-	68	5	8,4	
7*	82,5	6,8	8	-	83	5	4,0	vor Siedebeginn
8	89,8	6,7	10	63	75	10	7,6	
9	71,3	6,2	10	72	78	10	6,9	
10	71,1	6,3	10	-	79	5	7,0	abgeschr.
11*	79,6	6,2	10	61	71	5	9,6	
12*	81,3	6,4	10	64	72	5	6,0	abgeschr.
13*	74,0	6,4	10	63	75	7	8,6	
14*	83,2	6,8	10	57	68	6	9,1	abgeschr.
15*	77,2	6,2	10	75	78	5	9,6	
16*	75,9	6,3	10	61	72	5	9,1	abgeschr.
17*	75,9	6,3	10	61	72	5	9,1	

* = Aufbewahrung bei Kühlschranktemperatur
abgeschr. = Ei wurde nach Herausnahme in Wasser von 15° C "abgeschreckt"
eingeschaltete Heizstufe der Kochplatte : 2 000 W
Zimmertemperatur : 24° C
Kochwassermenge : 3 000 cm^3

Tabelle 2 (Fortsetzung)

Nr.	Gewicht (g)	Länge (cm)	Koch-zeit (Min.)	Temp. nach Heraus-nahme	max. Temp. (° C)	Minuten nach Heraus-nahme	Minuten bis 55° C	
18*	75,0	6,6	10	77	82	7	6,8	
19	93,5	6,8	8	82	84	7	4,1	vor Siede-beginn
20	-	-	8	49	71	5	10,8	
21*	-	-	8	56	68	8	7,8	abgeschr.
22	-	-	8	66	78	7	9,1	vor Siede-beginn
23*	-	-	8	59	67	5	9,0	
24	-	-	8	51	64	6	8,6	abgeschr.
25	-	-	6	33	64	6	9,2	

II. HITZERESISTENZ VON SALMONELLA ENTERITIDIS

a) Versuchsanordnung

1. Vorversuch

Um ein getrenntes Beimpfen von Eiweiß und Eidotter zu erreichen, wurde zuerst versucht, den Sitz der Kanüle mit Hilfe eines Durchleuchtungsgerätes zu kontrollieren. Jedoch erwies sich das vorhandene Gerät als ungeeignet, um - selbst im abgedunkelten Raum - einen scharf abgebildeten Schatten von der Kanüle und dem Eidotter hervorzurufen.
Es wurde daraufhin versucht, durch Anfärben der Bakteriensuspension die beimpften Stellen im Ei zu kennzeichnen. Dazu wurde zunächst anstatt der Bakteriensuspension eine geringe Menge Methylenblaulösung (0,4 ml) durch die vorsichtig angebohrte Eischale eingespritzt. Nach Vorschieben der Kanüle um ca 1 cm wurden 0,2 ml gespritzt, nach weiterem Vorschieben in der vermutlichen Richtung auf das Eidotter zu, wurde der Rest der Methylenblaulösung eingebracht. Nach Eröffnen der Eischale, konnte also nachträglich der Sitz der Kanüle festgestellt werden. Als Spritze wurde eine Tuberkulinspritze mit einer Kanüle (Größe 1) verwendet. Dieses Vorgehen wurde bei allen weiteren Beimpfungen beibehalten. Es erwies sich als vorteilhaft, die Kanüle beim liegenden Ei schräg nach oben (in einem Winkel von ca 20° C) einzuschieben, da das Eidotter aufgrund seines geringeren spezifischen Gewichtes nach oben steigt.

Alle Eier, bei denen Eidotter und Eiweiß nicht eindeutig getrennt beimpft waren, wurden aussortiert.

2. Hauptversuch

Beimpfen der Eier und sterile Entnahme des beimpften Materials

Es wurde eine auf 1 : 1 000 verdünnte Bakteriensuspension in das Eiinnere gespritzt, die folgendermaßen hergestellt wurde: zur Anreicherung wurde Salmonella enteritidis auf Bouillon überimpft und 24 Std. bei 37° C gehalten. Danach wurde ein Tropfen der Anreicherungskultur mit 50 ml physiol. Kochsalzlösung verdünnt.
Entsprechend den oben angeführten Vorversuchen wurde der Bakteriensuspension statt der Methylenblaulösung 5 Tropfen Tusche zugefügt, um die beimpften Stellen zu markieren.
Es wurden zuerst drei Eier durch die angebohrte Eischale auf die oben beschrie-

Tabelle 3: Hitzeresistenz von S. enteritidis in künstlich infizierten Eiern

1. Aussaat		24 Std.				48 Std.			
		ENDO		BLUTAGAR		ENDO		BLUTAGAR	
		Eigelb	Weiß	Eigelb	Weiß	Eigelb	Weiß	Eigelb	Weiß
X	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	u.W.	u.W.	-	-	u.W.	u.W.
	4	-	-	-	u.W.	-	-	u.W.	u.W.
	5	-	-	-	-	-	-	-	-
IX	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	u.W.	-	u.W.	u.W.	-	-	u.W.	u.W.
	4	-	-	-	u.W.	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-
VIII	1	-	u.W.	-	u.W.	-	u.W.	u.W.	u.W.
	2	-	-	-	u.W.	-	u.W.	u.W.	u.W.
	3	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	u.W.	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	u.W.
VII	1	-	-	-	u.W.	-	-	-	u.W.
	2	-	-	-	u.W.	-	u.W.	u.W.	u.W.
	3	-	-	u.W.	u.W.	u.W.	u.W.	u.W.	u.W.
	4	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	u.W.	-	-	-	u.W.	-
VI	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	u.W.	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	u.W.	-
	4	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-
V	1	-	-	-	-	u.W.	-	-	-
	2	-	-	-	u.W.	-	-	-	u.W.
	3	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	u.W.	-	-	u.W.	u.W.	-
	5	-	-	u.W.	-	-	-	u.W.	-
IV	1	u.W.	-	u.W.	-	u.W.	-	u.W.	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	u.W.	-	-	-	u.W.
	5	-	-	-	-	-	-	-	-
III	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	u.W.	-	-	-	u.W.
	3	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	u.W.	-	u.W.	-	u.W.
	5	-	-	-	-	-	-	-	-
II	1	-	-	-	-				
	2	u.W.	u.W.	u.W.	u.W.				
	3	-	-	-	-				
	4	-	-	u.W.	u.W.				
	5	-	-	-	u.W.				

Tabelle 3: (Fortsetzung)

		1. Aussaat 24 Std.				48 Std.			
		ENDO		BLUTAGAR		ENDO		BLUTAGAR	
		Eigelb	Weiß	Eigelb	Weiß	Eigelb	Weiß	Eigelb	Weiß
I	1	pos.	pos.	pos.	pos.				
	2	pos.	pos.	pos.	pos.				
	3	pos.	pos.	pos.	pos.				
	4	pos.	pos.	pos.	pos.				
	5	pos.	pos.	pos.	pos.				
Entenei									
X	1	-	-	-	-				
	2	-	-	u.W.	u.W.				
	3	-	-	-	-				
	4	-	-	u.W.	-				
	5	-	-	-	-				
Kontrollen									
a)	beimpfte, ungekochte Eier								
	1	pos.	pos.	pos.	pos.	pos.	pos.	pos.	pos.
	2	pos.	pos.	pos.	pos.	pos.	pos.	pos.	pos.
	3	pos.	pos.	pos.	pos.	pos.	pos.	pos.	pos.
	4	pos.	pos.	pos.	pos.	pos.	pos.	pos.	pos.
	5	pos.	pos.	pos.	pos.	pos.	pos.	pos.	pos.
b)	unbeimpfte, ungekochte Eier								
	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-
	unbeimpfte, ungekochte Enteneier								
	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	u.W.	-	u.W.
	3	-	-	-	-	-	-	-	-

Erläuterung

u.W. = unspezifisches Wachstum (Gramfärbung ergab grampositive Kokken und Stäbchen und Sporenbildner)
pos. = durch Objektträgeragglutination als S. enteritidis identifiziert.

Die römischen Ziffern geben die Kochzeit in Minuten an.

bene Weise mit jeweils 0,2 ml der angefärbten Bakteriensuspension und zwar Eiweiß und Eidotter getrennt beimpft. Die Öffnung in der Eischale wurde wiederum mit dem hitzebeständigen Klebstoff "UHU-hart" verschlossen. Die Aufbewahrung erfolgte 24 Stunden bei 37 °C.
Zur Entnahme des infizierten Materials wurden die Eischalen eröffnet, indem sie auf dem Rand des Deckels einer Petrischale aufgeschlagen wurden. Der flüssige Einhalt wurde nach Eiweiß und Eidotter getrennt im Boden und im Deckel aufgefangen.
Die deutlich schwarz markierten Stellen in Eiweiß und Eidotter wurden mit einer Pipette pro Ei abgesaugt, und zwar immer zuerst das Eiweiß und dann das Eidotter.
Das so gewonnene Material wurde dann nach Eiweiß und Eidotter getrennt auf je ein 100 ml-Kölbchen, das mit ca 50 ml Bouillon beschickt war, überimpft. Die Kölbchen wurden, um eine Weiterverbreitung der Keime durch die mit dem infizierten Material in Berührung gekommenen Hände zu vermeiden, angereicht. Aufbewahrt wurden die Kölbchen wieder 24 Stunden bei 37 °C.

Danach wurde das bebrütete Material auf je eine ENDO- und Blutagarplatte pro Ei ausgesät.
Nach weiteren 24 Stunden waren auf allen Platten typische Kolonien gewachsen, die nach Objektträgeragglutination als Salmonella enteritidis identifiziert wurden.
Dieser Kontrollversuch zeigte weiterhin, daß die verwendete Tusche keinen Einfluß auf das Bakterienwachstum hatte.

Es wurde nun die Hitzeresistenz von Salmonella enteritidis nach einer Kochzeit von 1, 2, 3 ... bis 10 Minuten untersucht. Für jede Zeitstufe wurden fünf Eier beimpft. Zur Kontrolle wurden fünf beimpfte ungekochte Eier verwendet. Die Beimpfung der Eier erfolgte nach der oben angegebenen Methode. Die Eier wurden bei Zimmertemperatur aufbewahrt, um die bei der Temperaturmessung angegebenen Versuchsbedingungen beizubehalten. Mit Hilfe eines Eiereinsatzes wurden die fünf Eier einer Zeitstufe gleiczeitig in das kochende Wasser eingetaucht. Erhitzen und Öffnen der Eier erfolgte wie oben angegeben. Das bis zu einer Kochzeit von fünf Minuten noch flüssige Eigelb wurde abpipettiert; das nach drei Minuten Kochen koagulierte Eiweiß und das nach fünf Minuten Kochen geronnene Eigelb wurden mit Pinzetten auf die bereit gehaltenen Kölbchen überimpft.
Bebrütung und Aussaat erfolgten in der vorher angegebenen Weise. Die ENDO- und Blutagarplatten wurden nach 24 und 48 Stunden ausgewertet. Nach fünf Tagen erfolgte eine zweite Isolierung, deren Ergebnis ebenfalls nach 24 Stunden ausgewertet wurde. Von den bewachsenen Blutagarplatten wurden GRAM-Präparate angefertigt (Ergebnisse siehe Tabelle 3).

d) Modellversuch mit Temperaturen von 50, 55, 60 ... bis 85 °C.

Es wurden acht 100-ml-Kölbchen mit je 50 ml steriler Kochsalzlösung beschickt. In vier Wasserbädern wurden jeweils zwei Kölbchen zunächst auf Temperaturstufen von 50, 55, 60 und 65 °C erwärmt. Nach ca einer Stunde war ein vollständiger Temperaturausgleich zwischen Wasserbad und Kölbcheninhalt erreicht.

Mit einer 1-ml-Pipette wurde in je ein Kölbchen der Temperaturstufen 50 und 55 °C im Abstand von 1/2 Minute ein Tropfen Bouillon gebracht, die 24 Stunden vorher mit Salmonella enteritidis beimpft und bei 37 °C gehalten worden war.
Nach jeweils einer Minute wurde ein Tropfen des beimpften Kölbchens abpipettiert und auf ein bereitgehaltenes Bouillonröhrchen überimpft und zwar so, daß alle 30 sec. abwechselnd der Inhalt des auf 50 °C und des auf 55 °C erhitzten Kölbchens abpipettiert wurden. Nach 12 Minuten wurde diese Reihe abgebrochen. Anschließend wurde je ein Kölbchen im 60 und 65-Grad-Wasserbad ebenfalls beimpft und abpipettiert. Inzwischen wurden die beiden ersten Wasserbäder von 50 und 55 °C auf 70 und 75 °C einreguliert, und die noch nicht beimpften Kölbchen in der oben angegebenen Weise behandelt. Gleichzeitig wurden die 60 und 65-Grad-Wasserbäder auf 80 und 85 °C eingestellt, und die darin erhitzten Kölbchen ebenfalls beimpft und abpipettiert.
Die Wasserbäder mit den Temperaturstufen von 65 bis 85 °C ließen sich mit einer Genauigkeit von ± 1 °C einstellen. Alle Temperaturen wurden mit einem geeichten Quecksilberthermometer gemessen.
Nach 24 Stunden wurde von den bei 37 °C aufbewahrten Bouillonröhrchen jeweils eine Öse voll auf eine Agarplatte ausgestrichen. Nach 24 Stunden Bebrütung wurden die Nährböden auf das Wachstum von typischen Kolonien untersucht. Die Ergebnisse sind aus Tabelle 4 zu ersehen.

Tabelle 4: Modellversuch zur Bestimmung von Hitzeresistenz von Salmonella enteritidis

Grad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12 Minuten
50	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
55	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

C. DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Die Ergebnisse der Temperaturmessung (Tab. 1 und 2) beim Erhitzen von Hühner- und Enteneiern zeigen die erwartete Abhängigkeit der erreichten maximalen Temperaturen von der Dauer des Erhitzens und der Größe des Eies. Weiterhin ist die erreichte Temperatur davon abhängig, ob das Ei in siedendes Wasser, oder bereits vor Siedebeginn in das Wasser eingetaucht wurde, und schließlich, ob es nach Herausnahme aus dem Wasser- wie es im Haushalt üblich ist - in kaltem Wasser "abgeschreckt" wurde. Bei einer Kochzeit von einer Minute wurde im Eiinnern eine durchschnittliche Temperatur von 45 °C (mittlerer Fehler des Mittelwertes ± 2,5 °C) gemessen. Bei 2 Minuten waren es 47 °C (± 2,1 °C), bei 3 Minuten 63 °C (± 3,3 °C), bei 4 Minuten 67 °C (± 4,3 °C), bei 5 Minuten 68 °C (± 3,3 °C), bei 6 Minuten 72 °C (± 3,2 °C), bei 7 Minuten 73 °C (± 1,8 °C), bei 8 Minuten 76 °C (± 2,9 °C), bei 9 Minuten 80 °C (± 2,1 °C) und 81 °C (± 2,6 °C) bei einer Kochzeit von 10 Minuten. Also insgesamt eine Temperaturdifferenz von 36 °C bei einer Steigerung der Kochzeit von einer auf zehn Minuten.

Um eine Abhängigkeit der erreichten Temperaturen vom Eigewicht zu verdeutlichen, wurde die Zeit gemessen, die verging, bis im Ei die willkürlich gewählte Temperatur von 55 °C erreicht wurde. Der Vergleich der Mittelwerte der Gewichte von Hühner- (52,4 g) und Enteneiern (72,8 g) und die Mittelwerte der Zeiten (5,4 Minuten) und (7,7 Minuten) zeigt diese Abhängigkeit.

Eine weitere Beziehung besteht zwischen den maximalen Temperaturen und dem Zeitpunkt, an dem die Eier in das Wasser eingetaucht wurden, auf die bereits ILSHÖFER und MÜLLER 1935 hingewiesen haben. So wurden die höchsten Temperaturen einer Gruppe mit der gleichen Kochdauer immer dann gemessen, wenn das Ei vor Siedebeginn in das Wasser eingetaucht wurde.

Schließlich sei noch auf die Beziehung zwischen Temperaturhöhe und der Nachbehandlung des Eies - im Haushalt "Abschrecken" genannt - hingewiesen. So weisen die Eier, die nach Herausnahme in kaltes Wasser getaucht wurden, den geringsten Temperaturanstieg auf.
Eine Ausnahme bildet das Ei Nr. 50 (Tab. 1), welches trotz Eintauchen in kaltes Wasser nicht die niedrigste Temperatur der Gruppe 9 Minuten lang erhitzter Eier aufweist. Das ist vielleicht darauf zurückzuführen, daß die Lötstelle des

Thermoelementes nicht, wie sonst üblich im Eidotter - der am meisten isolierten Schicht - sondern mehr in der wärmeren Randschicht lag. Eine nähere Untersuchung dieser Temperautrunterschiede in den verschiedenen Eischichten war durch die beschränkte Genauigkeit des verwendeten Apparates nicht möglich. Es sei auf die Ergebnisse von ILSHÖFER und MÜLLER (1935) hingewiesen, die einen Unterschied zwischen Eidotter und Eiweiß feststellen konnten. Jedoch ist aus der seit den Untersuchungen von ILSHÖFER und MÜLLER (1935) bekannten Tatsache, daß die Temperatur nach Herausnahme aus dem kochenden Wasser noch beträchtlich ansteigt, zu schließen, daß ein Temperaturgefälle von den äußeren wärmeren Eischichten zum Eidotter hin bestehen muß. Erst nach einer gewissen Zeit (im Mittel 5,4 Minuten bei Hühner- und 6,0 Minuten bei Enteneiern) gleichen sich die Temperaturunterschiede aus.
Zur Frage, ob die im Eiinnern bei Erhitzen entstehenden Temperaturen ausreichen, um evtl. darin vorhandene Salmonellen abzutöten, wurde in einem weiteren Versuch die Hitzeresistenz von Salmonella enteritidis, als einem der Hauptvertreter der Erreger der akuten Gastroenteritis, untersucht. Hierbei wurden Hühner- und Enteneier mit einer 1 : 1 000 verdünnten Aufschwemmung von S. enteritidis beimpft. Die Eier wurden dann unter den gleichen Bedingungen wie bei der Temperaturmessung erhitzt. Tabelle 3 zeigt, daß nur unter extrem kurzer Erhitzung von einer Minute S. enteritidis im Hühnerei zu überleben vermag. In den 10 Minuten lang erhitzten Enteneiern, konnte S. enteritidis nicht mehr nachgewiesen werden. Trotz des getrennten Beimpfens von Eigelb und Eidotter, konnte ein im Vergleich zum Eiweiß stärkeres Wachstum im Eidotter nicht beobachtet werden, wie es LERCHE (1936) und ZELLER (1954) feststellten.

Wie die Tabelle 3 außerdem zeigt, ist der Eiinhalt auch bei 10 Minuten langem Erhitzen nicht immer steril. Es konnten Sporenbildner, grampositive Kokken und grampositive Stäbchen nachgewiesen werden.
Nach diesen Ergebnissen zu urteilen, reichen die bei der im Haushalt üblichen bzw. empfohlenen Erhitzungsdauer entstehenden Temperaturen aus ($63^{\circ} \pm 3,3^{\circ}$ bei 3 Minuten Erhitzen bis $81^{\circ} \pm 2,6^{\circ}$ bei 10 Minuten lang erhitzten Hühnereiern bzw. 74° in 10 Minuten lang erhitzten Enteneiern), um Salmonella enteritidis abzutöten.
Diese Ergebnisse werden in einem Modellversuch, in dem Salmonella enteritidis in Wasserbädern von 50° - 85° ausgesetzt wurde, bestätigt, indem von 55° an, die 4 Minuten einwirkten, Salmonella enteritidis nicht mehr zu überleben vermochte.
ANGELOTTI u.a. beimpften Schinken, Eiersalat und Hühnchenfleisch mit Salmonella senftenberg, Salmonella manhattan und Staphylococcus aureus. Diese Lebensmittel wurden auf 57° - 66° C erhitzt. Es wurden dabei erheblich

längere Zeiten benötigt, (z.B. 100 Minuten bei 57° C - 3,5 Minuten bei 66° C) um Salmonella senftenberg vollständig abzutöten. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß wesentlich mehr Bakterien (10^7 Keime/g Material) verimpft und eine größere Masse erhitzt wurden.

Abschließend läßt sich sagen, daß - wie eingangs bereits erwähnt - grundsätzlich sowohl Hühner- als auch Enteneier mit Salmonellen infiziert sein können und so eine Gefahr für den Menschen darstellen; daß aber die Temperaturen, wie sie bei der im Haushalt üblichen bzw. empfohlenen Erhitzungsdauer genügen, um Salmonella enteritidis abzutöten. Die Enteneier bergen allerdings die im Vergleich zu den Hühnereiern größere Gefahr, da es auf Grund ihrer größeren Masse länger dauert, bis sich die Hitze vollständig im Ei ausgebreitet hat.

D. ZUSAMMENFASSUNG

Es wurden Hühner- und Enteneier verschieden lang erhitzt, und die dabei im Innern entstehenden Temperaturen gemessen. Die niedrigste Durchschnittstemperatur wurde bei einer ein Minuten langen Kochzeit bei 45 °C, und die höchste nach zehn Minuten langem Kochen bei 81 °C gefunden.
Es wurde an künstlich infizierten Eiern untersucht, ob diese Temperaturen ausreichen, um Salmonella enteritidis abzutöten. Erst nach der extrem kurzen Kochzeit von einer Minute konnte Salmonella enteritidis überleben.
In einem weiteren Versuch wurde die Hitzeresistenz von Salmonella enteritidis nochmals geprüft. Dabei starben die Bakterien bei einer Temperatur von 55 °C, der sie 4 Minuten lang ausgesetzt waren.
Das in der Enteneiverordnung vorgeschlagene 10 Minuten lange Erhitzen der Enteneier, bzw. das im Haushalt übliche Kochen der Hühnereier reicht also aus, um die im Ei evtl. vorhandene Salmonella enteritidis abzutöten.

E. LITERATUR

1. Angelotti, R., Foter, M.J., Lewis, K.H.
Time-Temperature Effects on Salmonella and Staphylococci in Foods.
Appl. Microbiol. 9, 308 (1961)

2. Bader, R.-E.
Naturforschung und Medizin in Deutschland 68, 53 (1948)

3. Bingel, K.F.
Die Durchlässigkeit der Eischale für Bakterien der Salmonella-Gruppe und ihre epidemiologische Bedeutung.
Veröff. Heeressan. 105, 182 (1938)

4. Boivin, A., Mesrobeanu, L.
Les antigènes somatiques et flagellaires des bactéries.
Ann. Inst. Past. 61, 426 (1938)

5. Dräger, H.
Die Bedeutung der Salmonellabakterien für die Erkrankung des Menschen.
Dtsch. Gesd. wes. 11, 1347 (1956)

6. Fromme, W.
Beobachtungen über Nahrungsmittelvergiftungen durch Enteneier.
Arch. Hygg. 113, 29 (1934)

7. Herausgeber: Deutsche Medizinische Wochenschrift
Nahrungsmittelinfektion durch Keime der Salmonellagruppe (Übersicht)
Dtsch. med. Wsch. 1961, 351

8. Hobbs, B.C.
Technique for the Isolation of Salmonellae from Eggs and Egg-Products.
Extaits des Annales de l'Institut Pasteur 104, Mai 1963

9. Hohn, J., Herrmann, W.
Die Erreger der TPE-Gruppe im Untersuchungsmaterial von Essen während der Jahre 1933 - 1939.
Zbl. Bakt. I Orig. 145, 209 (1940)

10. Hormaeche, E., Peluffo, C.A., Aleppo, P.L.
Zur Ätiologie der Sommerdiarrhoe bei Kindern mit besonderer Berücksichtigung der Salmonelleninfektion.
Ztsch. Hyg. 19, 453 (1937)

11. Ilshöfer, H., Müller, C.
Über die in Eiern beim Kochen und Braten entstehenden Temperaturen.
Arch. Hyg. 114, 341 (1935)

12. Kathe, J., Lerche, M.
Bakterielle Lebensmittelschädigung durch Enteneier.
Zbl. Bakt. I Orig. 136, 320 (1936)

13. Knorr, M.
Über die Herkunft des Pratyphus C in Deutschland.
Arch. Hyg. 105, 237 (1931)

14. Kollath, W.
Paratyphusverhütung und die Kaki-Cambell-Ente.
Arch. Hyg. 125, 127 (1941)

15. Kolle, W. und Hetsch, H.
Experimentelle Bakteriologie und Infektionskrankheiten.
11. Auflage 1952, München, Berlin

16. Koller, R.
Die durch Salmonellen verursachten Lebensmittelvergiftungen.
Wien. tierärztl. Mschr. 248, 329 (1950)

17. Lerche, M.
Zur Entstehung bakterieller Lebensmittelschädigungen durch Geflügel und Geflügelprodukte.
Dtsch. tierärztl. Wschr. 1936, 531 - 533

18. Mießner, H., Köser, A.
Entenei und Lebensmittelvergiftung.
Dtsch. tierärztl. Wschr. 1934, 717 - 720

19. Müller, A.H.
Die Nahrungsmittelvergiftungen durch Enteneier.
Münchner med. Wschr. 1941, 125

20. Möller, A.
Infektion nach Genuß von mit S. breslau infizierten Hühnereiern.
Zbl. Bakt. I Orig. 164, 535 (1955)

21. Ribi, E., Haskins, W.T., Landy, M., Milner, K.C.
Preparation and Host-Reactive Properties of Endotoxins with low Content of Nitrogen and Lipid.
J. Exp. Med. 1142, 647 (1961)

22. Rohde, R., Bischoff, J.
Die epidemiologische Bedeutung salmonellainfizierter Tierfuttermittel- als Quelle verschiedener Lebensmittelvergiftungen.
Zbl. Bakt. Referate 159, 145 (1956)

23. Schaaf, J.
Zur infektiösen Enteritis der Enten.
Zbl. Bakt. I Orig. 128, 519 (1933)

24. Sieke, F.
Über die beim Kochen in Enteneiern beobachteten Temperaturen.
Arch. Hyg. 129, 108 (1943)

25. Staack, H.H.
Die Bedeutung der Salmonella-Erkrankungen unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in Schleswig-Holstein.
Arch. Hyg. 142, 105 (1958)

26. Steiniger, F.
Über den Nachweis von Keimen der TPE-Gruppe aus Vogelkot von der STORA-KARLSÖ Schweden.
Acta path. et micribiol. scand. 33, 401 (1953)

27. Tittsler, R.P.
Die Sterilisation der Eier, die mit Salmonella pullorum infiziert sind.
Münchner tierärztl. Wschr. 1930, 298 - 299

28. Vagedes
zitiert nach Ilshöfer und Müller

29. Vor dem Esche, P., Handloser, M.
Zur Frage der Verbreitung von Salmonellosen durch Hühnereier.
Zschr. Hyg. 145, 304 (1958)

30. Zeller, M.
Zur Frage der Entstehung von Lebensmittelvergiftungen durch Genuß von Enteneiern.
Lebensmitteltierarzt 5, 15 (1954)

Für die Überlassung des Themas dieser Arbeit und für manche Anregung möchte ich hiermit meinem sehr verehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. Bader meinen herzlichsten Dank aussprechen.

Ebenso danke ich Frau Gerth für die Ratschläge bei der Durchführung der Versuche.

Lebenslauf

Am 16. Mai 1939 wurde ich, Wolfgang Hartmann, als Sohn des Studienrates Otto Hartmann und seiner Ehefrau Erika geb. Weege in Velbert/Rhld. geboren. Von 1946 bis 1950 besuchte ich die Volksschule, von 1950 bis 1959 das neusprachliche Gymnasium in Velbert und bestand dort 1959 das Abitur.

Danach begann ich das Studium der Medizin an der Universität Tübingen. Nach dem in Tübingen bestandenen Physikum studierte ich zwei Semester an der Medizinischen Akademie in Düsseldorf, kehrte dann nach Tübingen zurück und beendete am 18. Dezember 1964 das medizinische Staatsexamen. Anschließend war ich von Februar bis Mai 1965 als Medizinalassistent am Hygiene-Institut der Universität Tübingen tätig.